

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. August 2003 (14.08.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/067853 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04L 29/12**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00199

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Januar 2003 (24.01.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 04 826.6 6. Februar 2002 (06.02.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRAUN, Josef**

[DE/DE]; Hauptstr. 5, 95692 Konnersreuth (DE). **FELD, Joachim** [DE/DE]; Schussleitenweg 58, 90451 Nürnberg (DE). **ROTH, Stefan** [DE/DE]; Hagenhausener Hauptstr. 47, 90518 Altdorf (DE). **TALANIS, Thomas** [DE/DE]; Adenauerstr. 22, 91336 Heroldsbach (DE). **TRÖSTER, Thomas** [DE/DE]; Bürgergasse 8, 91723 Dittenheim (DE). **VOLKMANN, Frank** [DE/DE]; Preysingstr. 12, 90475 Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

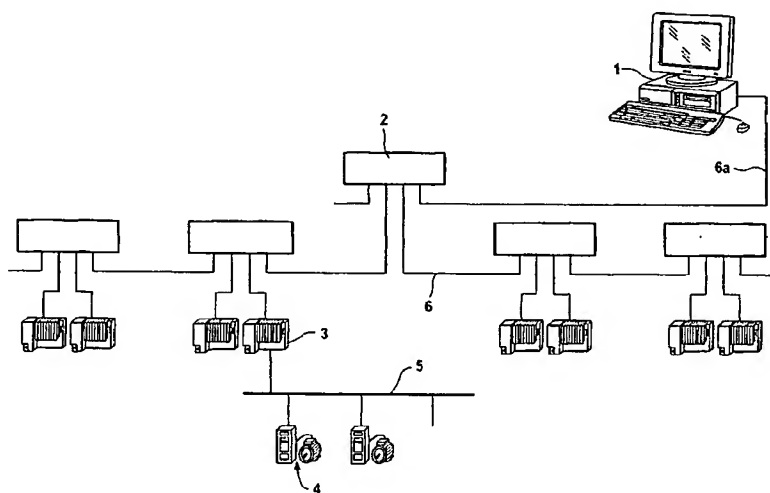
(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR ANALYZING A NETWORK AND/OR GENERATING THE TOPOLOGY OF A NETWORK

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZUR ANALYSE EINES NETZWERKS UND/ODER GENERIERUNG DER TOPOLOGIE EINES NETZWERKS



(57) Abstract: The invention relates to a system and method called autotopology of a network or advertising based network management which enables the analysis and automatic graphical and hierarchical representation of any hierarchical or flat network topology, especially a switched Ethernet (SE). The autotopology can be used for self-configured networks (for example by using zeroconf) and for any otherwise configured networks, especially using DHCP or manually configured networks. The use of zeroconf is called autoconfiguration. Autoconfiguration and autotopology enable a comfortable and safe administration of a network. Administration of a self-configured network using the autotopology data proceeds in a separate and low-priority sub-network (link local) so that the productive operation of the network remains undisturbed. The topology of the network is used as a clear possibility of administering a network. Administration of the network is possible immediately after determination of the topology.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/067853 A2

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Das System und Verfahren Autotopologie eines Netzwerks, oder auch "Advertising based Network Management" ermöglicht die Analyse und automatische grafische und hierarchische Darstellung einer beliebigen, hierarchischen oder flachen, Netztopologie, insbesondere eines "switched" Ethernets (SE). Die Autotopologie kann dabei sowohl für selbstkonfigurierte Netzwerke (beispielsweise mittels Verwendung von ZEROCONF) als auch für beliebig anders konfigurierte Netzwerke, beispielsweise mittels DHCP bzw. manuell konfigurierte Netzwerke eingesetzt werden. Der Einsatz von ZEROCONF wird Autokonfiguration genannt. Die Autokonfiguration und die Autotopologie ermöglichen komfortable und sichere Administration eines Netzwerks. Die Administration eines selbstkonfigurierten Netzes anhand der Autotopologiedaten erfolgt in einem separaten und niederpriorigen Subnetz (link-local), so dass der Produktivbetrieb des Netzes ungestört bleibt. Die Topologie des Netzes wird als übersichtliche Möglichkeit zu Administration eines Netzes eingesetzt. Die Administration des Netzes ist sofort nach Ermittlung der Topologie möglich.

Beschreibung

System und Verfahren zur Analyse eines Netzwerks und/oder Generierung der Topologie eines Netzwerks

5

Die Erfindung betrifft ein System und Verfahren zur Analyse eines Netzwerks und/oder Generierung der Topologie eines Netzwerks.

- 10 Bei Netzwerken besitzen Teilnehmer des Netzwerks zum Austausch von Daten in der Regel eine eindeutige Netzadresse, mittels derer gezielt Daten ausgetauscht werden können. Dabei können Netzteilnehmer, beispielsweise Switches, Rechner, etc. sich durch Versenden ihrer Netzadresse an alle anderen Teilnehmer im Netz bekannt machen. Die Struktur bzw. Topologie
- 15 eines solchen Netzwerks kann bisher nur ausschließlich manuell, d.h. durch einen Menschen, und/oder Zuhilfenahme von sehr aufwendigen Iterationsverfahren bestimmt werden.
- 20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Analyse und Darstellung der Topologie eines beliebigen Netzwerks zum Austausch von Daten zu vereinfachen und zu automatisieren, um auf menschliche Hilfe verzichten zu können.
- 25 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Analyse und Darstellung der Topologie eines Netzwerks zum Austausch von Daten, bestehend aus wenigstens zwei Teilnehmern, denen jeweils wenigstens eine Netzadresse zugeordnet ist, gelöst, wobei jeder Teilnehmer des Netzwerks automatisch registriert, dessen
- 30 hierarchische Position im Netzwerk anhand der Netzadresse des Teilnehmers bestimmt, und daraus die Struktur des Netzwerks generiert und gespeichert wird.

- Diese Aufgabe wird durch ein System zur Analyse und Darstellung der Topologie eines Netzwerks zum Austausch von Daten,
- 35 bestehend aus wenigstens zwei Teilnehmern, denen jeweils wenigstens eine Netzadresse zugeordnet ist, gelöst, wobei das

System jeden Teilnehmer des Netzwerks automatisch registriert, dessen hierarchische Position im Netzwerk anhand der Netzadresse des Teilnehmers bestimmt, und daraus die Struktur des Netzwerks generiert und speichert.

5

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Topologie des Netzwerks als Daten im Format einer Auszeichnungssprache abgelegt und anhand dieser Daten die grafische Darstellung der Topologie des Netzwerks generiert wird.. Durch die Speicherung der Daten im Format einer Auszeichnungssprache können die so gespeicherten Daten ohne Probleme anderen Systemen zur Darstellung und/oder Weiterverarbeitung insbesondere über bzw. mittels des Intra- bzw. Internets zur Verfügung gestellt werden. Als Auszeichnungssprachen werden dabei vorteilhafterweise Extended Markup Language (XML), Hypertext Markup Language (HTML) oder verwandte Dialekte verwendet. Eine außerordentlich vorteilhafte Ausgestaltung ist dabei die Speicherung der Topologie des Netzwerks als Datei im XML-Format, da bei Verwendung dieser Auszeichnungssprache eine besonders rasche Darstellung und somit Zeitersparnis möglich ist.

Besonders vorteilhaft ist die graphische Darstellung der Topologie des Netzwerks in Form einer hierarchischen Baumstruktur. Die graphische Darstellung ermöglicht einen schnellen Überblick über die Topologie und damit den Aufbau eines Netzwerks, wobei die hierarchische Baumstruktur den Überblick über die Verbindungen der einzelnen Netzteilnehmer untereinander und/oder deren Abhängigkeiten erleichtert und damit weiter verbessert.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Topologie des Netzwerks permanent überprüft, mit dem bisherigen aktuellen Stand verglichen und bei jeder Änderung der Topologie automatisch die aktuelle Topologie des Netzwerks generiert und als Datei abgelegt wird. Dadurch wird eine permanente Online-Überprüfung der To-

pologie des Netzwerks ermöglicht, und kann bei Bedarf jederzeit abgerufen und graphisch dargestellt werden. Besonderer Vorteil dadurch ist, dass die Topologie eines Netzwerks permanent aktuell vorhanden ist, dieses jedoch im Hintergrund, d.h. bildschirmlos, passieren kann. Erst bei Bedarf kann ein Rechner mit Bildschirm sich in das Netz einkoppeln und beispielsweise zu Wartungsaktivitäten die permanent aktualisierten Daten zur Topologie des Netzwerks abrufen und am Bildschirm darstellen.

10

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur des Netzwerks als Datei gespeichert wird und dass die Datei, die die jeweils aktuellen Daten der Topologie des Netzwerks enthält von einem beliebigen Teilnehmer des Netzwerks abrufbar und/oder die Topologie des Netzwerks grafisch darstellbar ist. Des Weiteren ist es besonders vorteilhaft, dass die graphische Darstellung der Topologie des Netzwerks zur Administration und/oder Konfiguration der Teilnehmer des Netzwerks und/oder des Netzwerks selbst verwendet wird. Dadurch ist es möglich, von beliebigen Stellen des Netzwerks aus andere Teilnehmer bzw. das Netzwerk selbst zu administrieren und/oder zu konfigurieren. Dadurch kann an beliebiger Stelle des Netzwerks unabhängig von der geographischen Lage beim Auftreten aktueller, beispielsweise kritischer Situationen sofort eingegriffen werden, da zu jedem Zeitpunkt die aktuelle Topologie des Netzwerks zur Verfügung steht.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Topologie von zwei oder mehreren unabhängigen Subnetzen, die mindestens durch einen Teilnehmer miteinander verbunden sind, automatisch generiert und in einer Darstellung graphisch dargestellt werden können, wobei Netzinselfn die erste Ebene der hierarchischen Struktur bilden. Dadurch ist es möglich, auch mehrere Netze, so genannte Subnetze, die nur über einen einzelnen Rechner bzw. Teilnehmer miteinander verbunden sind, ebenfalls automatisch

zu registrieren und somit in einer einzigen graphischen Darstellung die Topologie mehrerer Subnetze automatisch darstellen zu können. Vorteil dieser Ausgestaltung ist der Überblick über mehrere Subnetze in einer einzigen Darstellung, wodurch
5 das separate Wechseln in das jeweilige Subnetz entfällt.

Eine äußerst vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass jeder Teilnehmer des Netzwerks durch jeweils wenigstens einen Hyperlink innerhalb der Daten,
10 die die Topologie des Netzwerks beschreiben, gekennzeichnet wird und die Interaktion mit einem Netzteilnehmer mittels dieses Hyperlinks erfolgt, wobei die Interaktion mittels Hyperlink aus der graphischen Darstellung der Topologie des Netzwerks heraus durchführbar ist. Besonders vorteilhaft ist
15 es darüber hinaus, dass die Interaktion mit einem Netzteilnehmer mittels Hyperlink über Internet und/oder Intranet erfolgt. Vorteil dabei ist, dass jeder Netzteilnehmer, durch einen Hyperlink via Internetverbindung erreichbar ist, d.h., jeder Teilnehmer wird durch eine Inter- bzw. Intranetseite,
20 mittels der entsprechenden Internetadresse, einer so genannten URL-Adresse, adressiert und symbolisiert. Durch Klick auf diesen Hyperlink steht damit für jeden Teilnehmer ein oder mehrere Internet- bzw. Webseiten zur Verfügung, auf denen entsprechenden Konfigurations- bzw. Administrationsaufgaben
25 erledigt werden können.

Eine weiterhin sehr vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Teilnehmer des Netzwerks in der graphischen Darstellung der Topologie des
30 Netzwerks in unterschiedlichen Farben dargestellt werden können, wobei die farbliche Darstellung den jeweiligen Status der Teilnehmer kennzeichnet. Dabei sind für jeden Teilnehmer wenigstens drei unterschiedliche Status möglich, insbesondere grün für "Verbindung zum Teilnehmer ist in Ordnung", rot für
35 "Verbindung zum Teilnehmer ist fehlerhaft" und gelb für "Diagnose der Verbindung des Teilnehmers ist in Bearbeitung". Natürlich sind alle möglichen anderen Farbkombinationen eben-

falls denkbar und möglich. Dadurch erhält man nicht nur einen Überblick über die aktuelle Topologie des Netzwerks, sondern darüber hinaus ist eine Diagnose der einzelnen Teilnehmer des Netzwerks möglich und damit auch eine Analyse, beispielsweise im Fehlerfall, äußerst schnell und kostengünstig durchzuführen. Des Weiteren ist mittels des Zugriffs über Hyperlink auf die jeweiligen Konfigurations- bzw. Administrationsdaten der unter Umständen fehlerhaften Verbindung zum Teilnehmer möglich, eine Wartung, insbesondere Fernwartung, durchzuführen.

10

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Topologie eines beliebigen Switched Ethernets automatisch analysiert und dargestellt werden kann. Dies ist von besonderem Vorteil, da ein Switched Ethernet, insbesondere bei Industrieanlagen, Produktionsmaschinen, Automatisierungsanlagen sehr häufig zum Einsatz kommt und damit hohe Aufwände zu Kontroll-, Analyse- und Wartungsaktivitäten anfallen, die durch die Erfindung erheblich reduziert werden. Dies gilt ebenso für den Einsatz des offenbarten Verfahrens bei Fertigungs- und/oder Prozessautomatisierungssystemen wodurch es ebenfalls zu erheblichen Kostenreduktionen führt.

20

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

25

Es zeigen:

30 FIG 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels für ein Netzwerk und

FIG 2 eine Prinzipdarstellung für die Bekanntmachung eines neuen Teilnehmers in einem Netzwerk.

35

Die schematische Darstellung gemäß FIG 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für ein Netzwerk, beispielsweise ein

Switched Ethernet mit mehreren Teilnehmern. Weitere Beispiele für solche Netzwerke sind: Feldbus, Profibus, Ethernet, Fast Ethernet, Industrial Ethernet oder FireWire, aber auch getaktete Datennetze, wie beispielsweise Isochrones Realtime Ethernet, sowie Kombinationen aus diesen. Die verwendeten Netzwerke können mit oder ohne Echtzeiteigenschaften, wie Taktsynchronisation und Äquidistanz, ausgestattet sein. In der FIG 1 sind beispielsweise mehrere Koppereinheiten, auch Switches genannt, von denen der Übersichtlichkeit wegen nur der Switch 2 bezeichnet wurde, über Datenleitungen, von denen aus Gründen der übersichtlichen Darstellung nur die Datenleitungen 6 sowie 6a bezeichnet wurden, miteinander verbunden. Die Switches haben mehrere Anschlussstellen, an denen weitere Teilnehmer angeschlossen werden können. So sind über solche Datenleitungen Knoten, beispielsweise Industrierechner, PCs, bzw. sonstige Computer, etc. , von denen der Übersichtlichkeit wegen nur der Knoten 3 bezeichnet wurde, ebenfalls an die Switches angeschlossen. Über die Datenleitungen können die Knoten Verbindungen aufbauen, Daten austauschen und die Verbindung geregelt wieder abbauen. Dazu muss jeder Knoten identifizierbar sein. Desweiteren können die Knoten über weitere Netzwerke, beispielsweise Profibus- Netzwerk 5, mit weiteren Teilnehmern, beispielsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) und dessen Endgerät 4, verbunden sein. Teilnehmer sind beispielsweise zentrale Automatisierungsgeräte, Programmier-, Projektierungs- oder Bediengeräte, Peripheriegeräte wie z.B. Ein- / Ausgabe-Baugruppen, Antriebe, Aktoren, Sensoren, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder andere Kontrolleinheiten, Computer, oder Maschinen, die elektronische Daten mit anderen Maschinen austauschen, insbesondere Daten von anderen Maschinen verarbeiten. Unter Kontrolleinheiten sind dabei Regler- oder Steuerungseinheiten jeglicher Art zu verstehen.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein besonders ausgezeichneter Rechner 1, der im folgenden als Manager bezeichnet wird, mit dem zum oben bereits beschriebenen Netzwerk gehörenden Switch 2 über die Datenleitung 6a verbunden. Der Mana-

ger 1 beinhaltet die Funktionalität, die eine Analyse und automatisch erstellte grafische und hierarchische Darstellung einer beliebigen, hierarchischen oder flachen, Netztopologie, insbesondere eines „switched“ Ethernets (SE) insbesondere
5 auch des abgebildeten Netzwerks in Fig 1 ermöglicht. Dieser Vorgang bzw. eine solche Funktionalität wird im folgenden als Autotopologie bezeichnet.

Um zu einer solchen Funktionalität zu gelangen, werden zwei
10 „Discovery“-Methoden, SNMP-Top-Down und SSDP-Bottom-Up, kombiniert und verbessert. Man spricht dann auch von einem „Advertising based Network Management“.

In einem beliebigem Netzwerk besitzt, beispielsweise nach
15 ZEROCONF-Standard bzw. ZEROCONF-Spezifikation, jeder Knoten des Netzwerks zwei unterschiedliche Adressen, so genannte IP-Adressen, IP steht dabei für Internet Protocol, wobei die eine IP-Adresse für den laufenden Betrieb des betreffenden Knotens innerhalb des Netzwerks benutzt wird. Sie wird deshalb
20 auch als „produktive“ IP-Adresse bezeichnet, da sie für die anderen Netzwerkteilnehmer bekannt und deshalb im laufenden Betrieb abgefragt bzw. adressiert werden kann. Diese Adresse ist deshalb „routable“. Die zweite, sekundäre Adresse ist dagegen von den anderen Netzwerkteilnehmern nicht oder nicht
25 von allen Netzwerkteilnehmern „routable“. Man bezeichnet eine solche Adresse beispielsweise auch als „link-local“ IP-Adresse (LL-IP-Adresse).

Die „produktive“ IP-Adresse wird den Netzteilnehmern entweder automatisch durch ein Netzwerkprotokoll, insbesondere Internetprotokoll, wie beispielsweise DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), oder auch manuell zugewiesen. Diese „produktive“ IP-Adresse ist mit der jeweiligen, weltweit eindeutigen Hardware-Adresse, auch MAC-Adresse genannt, der
30 Netzwerkkarte des jeweiligen Rechners verknüpft. Die sekundäre LL-IP-Adressen können sich die Knoten selbständig zuweisen, wobei die Eineindeutigkeit der sekundären LL-IP-Adressen gewährleistet bleiben muss. Sie können auch manuell zugewie-

sen werden. Dadurch ist beispielsweise beim Zusammenschalten zweier oder mehrerer Subnetze u.U. ein „reassignment“, also eine Neuzuweisung von sekundären LL-IP-Adressen notwendig, falls sekundäre LL-IP-Adressen zweimal verwendet werden.

5 Knoten bekommen durch die sekundären LL-IP-Adressen die Möglichkeit sich in ein „produktiv“ laufendes Netz, wie beispielhaft in Fig.1 dargestellt, als neue Teilnehmer einzuklinken und sich durch die Verwendung ihrer sekundären „local link“ IP-Adresse anzumelden und bekannt zu machen, ohne den
10 produktiven Betrieb des Netzwerks, der über die „produktiven“ IP-Adressen der Netzwerkteilnehmer abgewickelt wird, zu stören.

In Fig. 2 gibt ein neuer Netzwerkteilnehmer, Knoten 7 seinen
15 Netzzugang durch Aussenden von so genannten IP-Multicast-Telegrammen 10a, 10b allen vorhandenen Netzwerkteilnehmern, hier dem Switch 8 und dem Manager 9 bekannt, man spricht auch von einem „Advertisement“ der Netzknoten. Beispielsweise bei Verwendung des Simple Service Discovery Protocols (SSDP) können durch bestimmte Befehle, beispielsweise „ssdp:notify“ oder
20 „ssdp:m-search“ alle Switches, insbesondere Switch 8 und Manager 9, die sich im Netzwerk befinden, herausgefunden werden. Diesen Vorgang nennt man auch „discovery“. Allen Switches, insbesondere dem Switch 8 und/oder darüber hinaus dem
25 Manager 9, wird so die sekundäre „local link“ IP-Adresse mitgeteilt. Bei Verwendung anderer Protokolle werden entsprechende für diese Protokolle gültige Befehle verwendet. Derselbe Mechanismus kann selbstverständlich analog dazu beim Abmelden eines Netzwerkteilnehmers, beispielsweise dem Knoten
30 7, aus dem Netzwerk verwendet werden. Über die sekundäre „local link“ IP-Adresse ist es den Switches, insbesondere Switch 8 möglich, die jeweiligen MAC-Adressen der zu den Switches zugehörigen neuen Netzwerkteilnehmer, beispielsweise Knoten 7,, mittels einer Abfrage 11 nach der MAC-Adresse von Knoten
35 7 abzufragen und die als Antwort 12 zurückgesendete MAC-Adresse des Knotens 7 als Eintrag 13 in Tabellen, so genannte „learning tables“ einzutragen. Jeder Switch, insbesondere

auch Switch 8, des Netzwerks führt eigene „learning tables“, in denen die MAC-Adressen sowie die korrespondierenden „produktiven“ IP-Adressen der jeweils an den einzelnen Ports des betreffenden Switches angeschlossenen Netzwerkteilnehmer, beispielsweise Knoten 7, verzeichnet sind.

Durch das „discovery“ sind dem Manager 9 die sekundären „local-link“ IP-Adressen aller Netzwerkteilnehmer, insbesondere von Knoten 7 bekannt und jedem Switch, insbesondere Switch 8, sind die MAC-Adressen sowie die „produktiven“ IP-Adressen aller Knoten, insbesondere von Knoten 7 bekannt, die an den Ports des jeweiligen Switches angeschlossen sind.

Der Manager 9 ermittelt die MAC-Adressen aller Netzkomponenten, insbesondere von Knoten 7, die an einem bestimmten Port eines Switches, insbesondere Switch 8 „gelernt“ wurden, also in den entsprechenden „Learning Tables“ verzeichnet sind, mittels entsprechender Befehle, beispielsweise bei Verwendung des Simple Network Management Protocol (SNMP) durch eine SNMP GET-Abfrage 14 an den Switch-SNMP-Agenten, Switch 8. Dieser liefert als SNMP-Get-Response 15 auf die SNMP GET-Abfrage 14 die gewünschten MAC- und/oder „produktiven“ IP-Adressen der Netzwerkteilnehmer, die an dem entsprechenden Port angeschlossen sind, insbesondere von Knoten 7.

Der Manager 9 vergleicht dann die beispielsweise aus den „ssdp:notify“-Telegrammen ermittelten „local link“-IP-Adressen, insbesondere von Knoten 7 mit den, beispielsweise aus dem SNMP-Get-Response 15 erhaltenen MAC-Adressen und generiert aus dem Vergleich der Daten automatisch die Topologie bzw. Hierarchie des Netzwerks, die in einer Datei 16 beispielsweise in Form eines hierarchischen Baums abgelegt und gespeichert wird. Dieser Vorgang wird als Autotopologie bezeichnet. Die Beschreibung der Topologie des Netzwerks erfolgt dabei vorteilhafterweise in der Auszeichnungssprache XML, jedoch sind auch alle anderen im Internet gebräuchlichen Auszeichnungssprachen, verwandte Dialekte und/oder Dateiformate, insbesondere HTML, XHTML, etc. möglich und denkbar. Auf Basis dieser generierten Datei 16, beispielsweise in der Auszeichnungssprache XML, erfolgt die grafische Darstellung

(beispielsweise mittels eines benutzerdefinierten OLE-
Steuerelements, also einer OCX-Datei) der Topologie des be-
trachteten Netzwerks. Die Topologie des Netzwerks kann da-
durch von jedem Browser dargestellt werden, der die verwen-
5 te Auszeichnungssprache, beispielsweise XML, interpretieren
kann. Der Aufbau der Topologie erfolgt vorteilhafterweise als
hierarchische Baumstruktur, so dass es dadurch auch möglich
ist nicht zusammenhängende Netze darzustellen, da Netzin-
seln beispielsweise in einer solchen Darstellung die erste Ebene
10 des XML-Baums bilden.

Das geschilderte Verfahren zur Neuanmeldung eines Netzwerk-
teilnehmers, respektive Knoten 7, ist selbstverständlich auch
anwendbar wenn umgekehrt der Manager 9, respektive die Funk-
15 tionalität der Autotopologie, an ein bereits bestehendes
Netzwerk angeschlossen wird.

Der Manager, beispielsweise Manager 9, überprüft permanent
die Topologie des Netzwerks, vergleicht diese mit dem bishe-
20 rigen aktuellen Stand, generiert bei jeder Änderung der Topo-
logie, beispielsweise Anmeldung eines neuen oder Abmeldung
eines bisherigen Netzwerkteilnehmers, automatisch die aktuel-
le Topologie des Netzwerks und legt diese als Datei ab. Da-
durch wird eine permanente Online-Überprüfung der Topologie
25 des Netzwerks ermöglicht, und kann bei Bedarf jederzeit abge-
rufen und graphisch dargestellt werden. Besonderer Vorteil
dadurch ist, dass die Topologie eines Netzwerks permanent ak-
tuell als Datei vorhanden ist, dieses jedoch im Hintergrund,
d.h. bildschirmlos, passieren kann. Erst bei Bedarf kann ein
30 Rechner mit Bildschirm sich in das Netz einkoppeln und bei-
spielsweise zu Wartungsaktivitäten die permanent aktualisier-
ten Daten zur Topologie des Netzwerks abrufen und am Bild-
schirm grafisch darstellen.

35 Eine erste vorteilhafte Ausgestaltung ist die Kennzeichnung
bzw. Symbolisierung der Teilnehmer des Netzwerks durch je-
weils wenigstens einen Hyperlink, beispielsweise eine inter-

netfähige URL- und/oder WWW-Adresse, etc., innerhalb der Daten, beispielsweise der XML-Daten, die die Topologie des Netzwerks beschreiben. Dadurch kann eine Interaktion mit jedem Netzteilnehmer mittels des ihn symbolisierenden Hyperlinks erfolgen, wobei die Interaktion mittels Hyperlink insbesondere aus der graphischen Darstellung der Topologie des Netzwerks heraus durchführbar ist. Besonders vorteilhaft ist es darüber hinaus, dass bei Verwendung von Internet- und/oder Intranetadressen als Hyperlinks die Interaktion mit einem Netzteilnehmer mittels Hyperlink über Internet und/oder Intranet erfolgt. Vorteil dabei ist, dass jeder Netzteilnehmer, durch einen Hyperlink via Internetverbindung erreichbar ist, d.h., jeder Teilnehmer wird durch eine Inter- bzw. Intranetseite, mittels der entsprechenden Internet- bzw. Intranetadresse, einer so genannten URL- und/oder WWW-Adresse, adressiert und symbolisiert. Durch Klick auf diesen Hyperlink aus der grafischen Darstellung der Topologie heraus, steht damit für jeden Teilnehmer ein oder mehrere Internet- bzw. Webseiten zur Verfügung, auf denen entsprechende Konfigurations- bzw. Administrationsaufgaben erledigt werden können, d.h., die graphische Darstellung der Topologie des Netzwerks kann zur Administration und/oder Konfiguration der Teilnehmer des Netzwerks und/oder des Netzwerks selbst verwendet werden. Dadurch ist es möglich, von beliebigen Stellen des Netzwerks aus andere Teilnehmer bzw. das Netzwerk selbst zu administrieren und/oder zu konfigurieren, wodurch an beliebiger Stelle des Netzwerks, unabhängig von der geographischen Lage beim Auftreten aktueller, beispielsweise kritischer Situationen sofort eingegriffen werden kann, da zu jedem Zeitpunkt die aktuelle Topologie des Netzwerks zur Verfügung steht.

Eine weitere sehr vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Teilnehmer des Netzwerks in der graphischen Darstellung der Topologie des Netzwerks in unterschiedlichen Farben dargestellt werden können, wobei die farbliche Darstellung den jeweiligen Status der Teilnehmer kennzeichnet. Dabei sind für jeden Teilnehmer wenigstens drei

unterschiedliche Status möglich, insbesondere grün für "Verbindung zum Teilnehmer ist in Ordnung", rot für "Verbindung zum Teilnehmer ist fehlerhaft" und gelb für "Diagnose der Verbindung des Teilnehmers ist in Bearbeitung". Natürlich
5 sind alle möglichen anderen Farbkombinationen ebenfalls denkbar und möglich. Dadurch erhält man nicht nur einen Überblick über die aktuelle Topologie des Netzwerks, sondern darüber hinaus ist eine Diagnose der einzelnen Teilnehmer des Netzwerks möglich und damit auch eine Analyse, beispielsweise im
10 Fehlerfall, äußerst schnell und kostengünstig durchzuführen. Des Weiteren ist es mittels des Zugriffs über Hyperlink auf die jeweiligen Konfigurations- bzw. Administrationsdaten der unter Umständen fehlerhaften Verbindung zum Teilnehmer möglich, eine Wartung, insbesondere Fernwartung, durchzuführen.

15 Das System und Verfahren Autotopologie eines Netzwerks, oder auch „Advertising based Network Management“ ermöglicht die Analyse und automatische grafische und hierarchische Darstellung einer beliebigen, hierarchischen oder flachen, Netztopologie, insbesondere eines „switched“ Ethernets (SE).
20 Die Autotopologie kann dabei sowohl für selbstkonfigurierte Netzwerke (beispielsweise mittels Verwendung von ZEROCONF) als auch für beliebig anders konfigurierte Netzwerke, beispielsweise mittels DHCP bzw. manuell konfigurierte Netzwerke
25 eingesetzt werden. Der Einsatz von ZEROCONF wird Autokonfiguration genannt.

Die Autokonfiguration und die Autotopologie ermöglichen komfortable und sichere Administration eines Netzwerks. Die Administration eines selbstkonfigurierten Netzes anhand der Autotopologiedaten erfolgt in einem separaten und niederpriorigen Subnetz (link-local-Subnetz), so dass der Produktivbetrieb des Netzes ungestört bleibt.

30 Die Administration des Netzes ist sofort nach Ermittlung der Topologie möglich.

Die Interaktion mit der zu administrierenden Netzkomponente erfolgt durch ein URL, d.h. Hyperlink auf beispielsweise eine

Internetadresse, innerhalb der Daten, die die Netzwerktopologie beschreiben.

Legacy-Systeme, das sind Systeme, die die vorliegende Technologie noch nicht realisiert haben, werden manuell hinzuge-
5 fügt.

Die Autotopologie ist permanent „ONLINE“. Die URLs der zu administrierenden Netzkomponenten werden beispielsweise im XML-Browser farblich hinterlegt. Ein Klick auf die URL der Netz-
10 komponente führt zu deren Webseite, die das Gerät zwecks Administration, anbietet.

Die offenbarte Erfindung kann vorteilhafterweise für die und/oder bei der Überwachung, Regelung und/oder Steuerung bei
15 und in Verpackungsmaschinen, Pressen, Kunststoffspritzmaschinen, Textilmaschinen, Druckmaschinen, Werkzeugmaschinen, Robotor, Handlingssystemen, Holzverarbeitungs-
maschinen, Glasverarbeitungs-
maschinen, Keramikverarbeitungs-
maschinen sowie Hebezeugen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Analyse eines Netzwerks und/oder Generierung der Topologie eines Netzwerks zum Austausch elektronischer
5 Daten, bestehend aus wenigstens zwei Teilnehmern, denen jeweils wenigstens eine Netzadresse zugeordnet ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass jeder Teilnehmer des Netzwerks automatisch registriert, dessen hierarchische Position im Netzwerk anhand der Netzad-
10 resse des Teilnehmers bestimmt, und daraus die Struktur des Netzwerks generiert und gespeichert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
15 dass die Topologie des Netzwerks als Daten im Format einer Auszeichnungssprache abgelegt und anhand dieser Daten die grafische Darstellung der Topologie des Netzwerks generiert wird.
- 20 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass es sich bei der Auszeichnungssprache um Extended Markup Language (XML), Hypertext Markup Language (HTML) oder ver-
wandte Dialekte handelt.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die grafische Darstellung der Topologie des Netzwerks in Form einer hierarchischen Baumstruktur erfolgt.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Topologie des Netzwerks permanent überprüft, mit dem bisherigen aktuellen Stand verglichen und bei jeder Änderung
35 der Topologie automatisch die aktuelle Topologie des Netzwerks generiert und gespeichert wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Struktur des Netzwerks als Datei gespeichert wird
und dass die Datei, die die jeweils aktuellen Daten der Topo-
5 logie des Netzwerks enthält, von einem beliebigen Teilnehmer
des Netzwerks abrufbar und/oder die Topologie des Netzwerks
grafisch darstellbar ist.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die grafische Darstellung der Topologie des Netzwerks
zur Administration und/oder Konfiguration der Teilnehmer des
Netzwerks und/oder des Netzwerks selbst verwendet wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Topologie von zwei oder mehreren unabhängigen Sub-
netzen, die mindestens durch einen Teilnehmer miteinander
verbunden sind, automatisch generiert und in einer Darstel-
20 lung grafisch darstellbar ist.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass jeder Teilnehmer des Netzwerks durch jeweils wenigstens
25 einen Hyperlink innerhalb der Daten, die die Topologie des
Netzwerks beschreiben, gekennzeichnet wird und die Interakti-
on mit einem Netzteilnehmer mittels dieses Hyperlinks er-
folgt, wobei die Interaktion mittels Hyperlink aus der gra-
phischen Darstellung der Topologie des Netzwerks heraus
30 durchführbar ist.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Interaktion mit einem Netzteilnehmer mittels Hyper-
35 link über Internet und/oder Intranet erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die einzelnen Teilnehmer des Netzwerks in der grafischen
Darstellung der Topologie des Netzwerks in unterschiedlichen
5 Farben dargestellt werden, wobei die farbliche Darstellung
den jeweiligen Status der Teilnehmer kennzeichnet.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 dass für jeden Teilnehmer wenigstens drei unterschiedliche
Status möglich sind, insbesondere grün für "Verbindung zum
Teilnehmer ist in Ordnung", rot für "Verbindung zum Teilneh-
mer ist fehlerhaft" und gelb für "Diagnose der Verbindung des
Teilnehmers ist in Bearbeitung".
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Topologie eines beliebigen Switched Ethernets auto-
matisch analysiert und dargestellt werden kann.
14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Verfahren bei einem Fertigungs- und/oder Prozessau-
tomatisierungssystem zum Einsatz kommt.
15. System zur Analyse eines Netzwerks und/oder Generierung
der Topologie eines Netzwerks zum Austausch elektronischer
Daten, bestehend aus wenigstens zwei Teilnehmern, denen je-
weils wenigstens eine Netzadresse zugeordnet ist,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die jeden Teilnehmer des
Netzwerks automatisch registrieren, dessen hierarchische Po-
sition im Netzwerk anhand der Netzadresse des Teilnehmers
bestimmen, und daraus die Struktur des Netzwerks generieren
35 und speichern.

16. System nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die Topologie des
Netzwerks als Daten im Format einer Auszeichnungssprache ab-
5 legen und anhand dieser Daten die grafische Darstellung der
Topologie des Netzwerks generieren.
17. System nach einem der Ansprüche 15 oder 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 dass das System als Auszeichnungssprache Extended Markup Lan-
guage (XML), Hypertext Markup Language (HTML) oder verwandte
Dialekte verwendet.
18. System nach einem der Ansprüche 15 bis 17,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die Topologie des
Netzwerks in Form einer hierarchischen Baumstruktur grafisch
darstellen.
- 20 19. System nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die Topologie des
Netzwerks permanent überprüfen, mit dem bisherigen aktuellen
Stand vergleichen und bei jeder Änderung der Topologie auto-
25 matisch die aktuelle Topologie des Netzwerks generieren und
speichern.
20. System nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
30 dass Mittel bereit gestellt werden, die die Struktur des
Netzwerks als Datei speichern und dass die Datei, die die je-
weils aktuellen Daten der Topologie des Netzwerks enthält,
von einem beliebigen Teilnehmer des Netzwerks abrufbar
und/oder die Topologie des Netzwerks grafisch darstellbar
35 ist.

21. System nach einem der Ansprüche 15 bis 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die grafische Dar-
stellung der Topologie des Netzwerks zur Administration
5 und/oder Konfiguration der Teilnehmer des Netzwerks und/oder
des Netzwerks selbst verwenden.
22. System nach einem der Ansprüche 15 bis 21,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 dass Mittel bereit gestellt werden, die die Topologie von
zwei oder mehreren unabhängigen Subnetzen, die mindestens
durch einen Teilnehmer miteinander verbunden sind automatisch
generieren und in einer Darstellung grafisch darstellen.
- 15 23. System nach einem der Ansprüche 15 bis 22,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die jeden Teilnehmer des
Netzwerks durch jeweils wenigstens einen Hyperlink innerhalb
der Daten, die die Topologie des Netzwerks beschreiben, kenn-
20 zeichnen und dafür sorgen, dass die Interaktion mit einem
Netzteilnehmer mittels dieses Hyperlinks erfolgt, wobei die
Interaktion mittels Hyperlink aus der graphischen Darstellung
der Topologie des Netzwerks heraus durchführbar ist.
- 25 24. System nach einem der Ansprüche 15 bis 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die Interaktion mit
einem Netzteilnehmer mittels Hyperlink über Internet und/oder
Intranet durchführen.
- 30 25. System nach einem der Ansprüche 15 bis 24,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die einzelnen Teil-
nehmer des Netzwerks in der grafischen Darstellung der Topo-
35 logie des Netzwerks in unterschiedlichen Farben darstellt,
wobei die farbliche Darstellung den jeweiligen Status der
Teilnehmer kennzeichnet.

19

26. System nach einem der Ansprüche 15 bis 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mittel bereit gestellt werden, die für jeden Teilnehmer
wenigstens drei unterschiedliche Status ermöglichen, insbe-
sondere grün für "Verbindung zum Teilnehmer ist in Ordnung",
rot für "Verbindung zum Teilnehmer ist fehlerhaft" und gelb
für "Diagnose der Verbindung des Teilnehmers ist in Bearbei-
tung".

27. System nach einem der Ansprüche 15 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mittel bereit gestellt werden, die die Topologie eines
beliebigen Switched Ethernets automatisch analysieren und
darstellen.

15

1/2

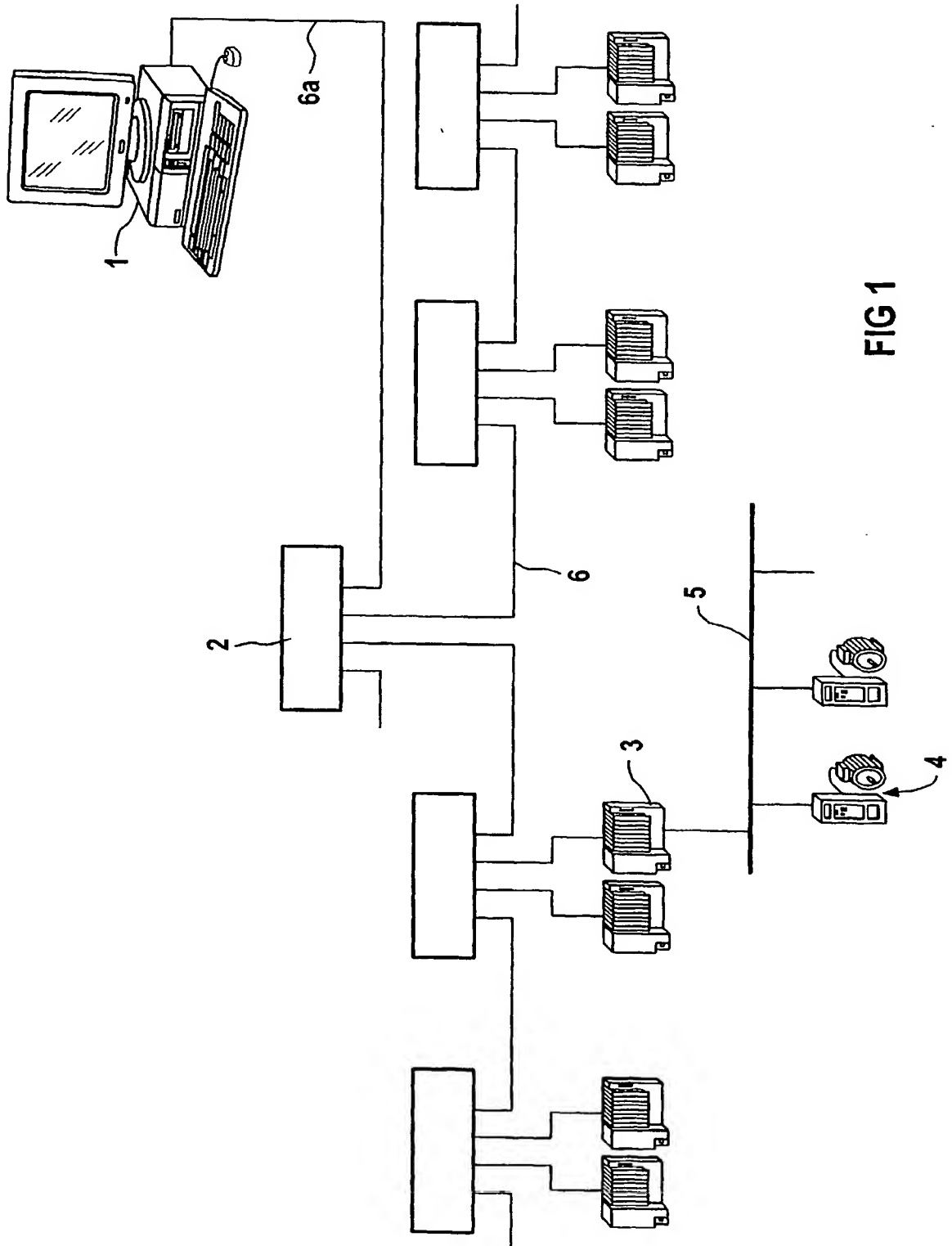


FIG 1

2/2

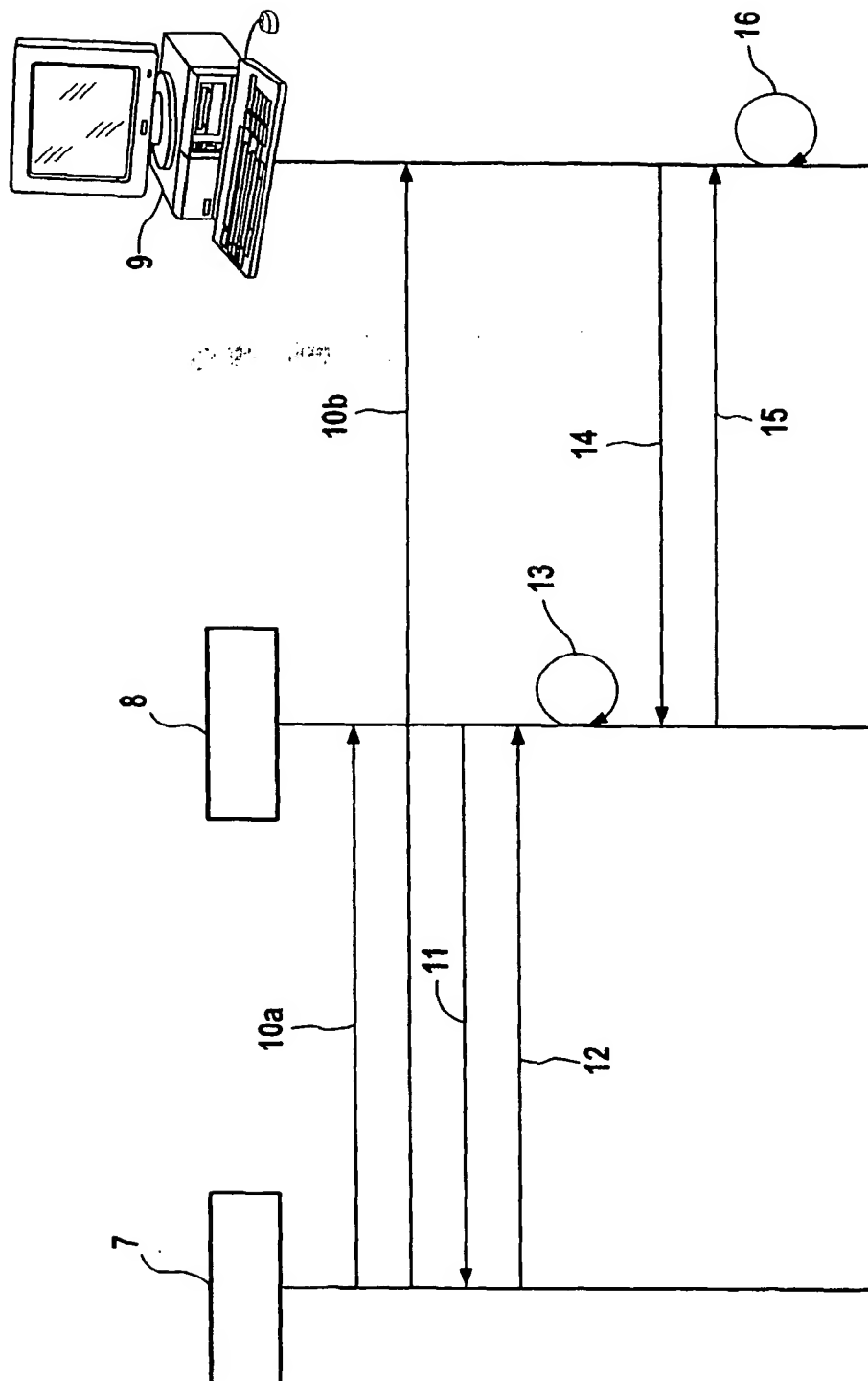


FIG 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)